

===== PAJ =====

TI - REPAIR WELDING METHOD OF Mg ALLOY CASTING
 AB - PURPOSE: To decrease weld cracking in a weld metal and a weld heat-affected zone by chipping the defective part of an Mg alloy casting in the range where the chipped part is not penetrated to the rear to form a groove and welding said part while cooling the same from the rear.
 - CONSTITUTION: Formation of a groove necessitates adjustment of chipping depth according to the wall thickness of a part to be repaired. The lower limit of the wall thickness in the groove bottom involves no problem as far as there is no leakage of water to the surface on account of burn-through by welding. Uniform cooling is difficult and the residual stress by weld heat is excessive if the part to be repaired is too large. Cold water, liquefied carbon dioxide, liquid nitrogen, etc. are generally used as a refrigerant, for which a method of running the refrigerant with a hose, etc., a method of spraying the same in the form of a mist, etc. are utilized. TIG welding, MIG welding, gas welding, etc. are available for the welding method, among which AC TIG welding is most preferred. Welding conditions require $\geq 50A$ welding current as the quantity of heat is deprived of by cooling. Welding with 60-110A is more preferable to assure the amt. of molten metal and arc length. The welding current is required to be maintained at $\leq 160A$ as there is the possibility of blowing off the molten Mg if said current is too large.
 PN - JP60033881 A 19850221
 PD - 1985-02-21
 ABD - 19850703
 ABV - 009158
 AP - JP19830141648 19830801
 GR - M393
 PA - KOBE SEIKOSHO KK
 IN - TANAKA KAZUO; others: 01
 I - B23K9/23 ;B23K31/00

⑤ Int. Cl.⁴B 23 K 9/23
31/00

識別記号

庁内整理番号

7727-4E
6579-4E

④ 公開 昭和60年(1985)2月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 Mg合金鋳物の補修溶接方法

⑮ 特 願 昭58-141648

⑯ 出 願 昭58(1983)8月1日

⑰ 発 明 者 田 中 一 雄 鎌倉市台4-1-10

⑱ 発 明 者 古 金 和 郎 鎌倉市手広731-1

⑲ 出 願 人 株式会社神戸製鋼所 神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

⑳ 代 理 人 弁理士 植 木 久 一

明 細 書

1. 発明の名称

Mg合金鋳物の補修溶接方法

2. 特許請求の範囲

(1) Mg合金鋳物の欠陥部をはつつて開先を形成し補修溶接を行なう方法であつて、該開先は裏面に貫通しないものとし、該裏面側から強制冷却を加えながら溶接することを特徴とするMg合金鋳物の補修溶接方法。

(2) 特許請求の範囲第1項において、交流TIG溶接によつて補修を行なう補修溶接方法。

(3) 特許請求の範囲第1又は2項において、開先底部の厚さが2.5mm以下、開先内の最大幅が8.0mm以下、溶接電流が50-160Aの条件下で補修溶接を行なう補修溶接方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はMg合金鋳物の製造欠陥を補修溶接する方法に関するものである。

Mg合金は延性、切削性、高温加工性に優れ且つ比強度が大きいという特性を有すると共に、Mg

は海水からほぼ無尽蔵に採取できるという強みがある為、航空機、自動車、家庭用品等の分野に益々広く利用されようとしている。又これらの分野では複雑な形状のものを要求することが多く、鋳造に依る場合が多い。しかしながらMg合金の溶解及び鋳造は比較的複雑であつて、鋳物砂中の水分の減少或は鋳物砂中への保護剤の添加等が工夫されているが、ピンホールや酸化物の混入等による鋳造欠陥の発生は避け難く、歩留りの低下を招いている。

そこで鋳造欠陥を救済する為の補修溶接が行なわれる様になつてきたが、今度は溶接割れが多発するという状況に見舞われ所期の目的を十各に達成しているとは言えず、溶接割れ対策も色々提唱されているが十分ではない。

本発明はこの様な状況を憂慮してなされたものであり、溶接割れを可及的に効率良く且つ確実に防止することのできる技術の提供を目的とするものである。しかして本発明は、Mg合金鋳物の欠陥部を裏面まで貫通しない範囲ではつることによ

つて開先を形成し、該開先を裏面側から強制冷却しながら補修溶接を行なう点に要旨を有するものである。

以下溶接割れの実態を明らかにしつつ本発明の構成及び作用効果を明らかにしていく。

Mg合金の溶接については、元々溶接割れが発生し易いという問題が認識されており、この割れ易さは合金元素の種類により若干相違するがMg合金に共通の欠陥であると考えられている。即ちMg合金には、Al-Zn系、Al-Mn系、Mn系、Zn-Zr系、RE-Zr系等があるが、一般に液相線及び固相線は共に低く、しかも両者の温度差が大きいという特性がある為、比較的低温の下でも固体中に溶体が発生し易く、且つ固相自体の粒界強度が元々低いという欠点があり、これらの特性が溶接割れにつながり易くなっているものと思われた。

これらの推論を確かめる為、比較的割れ易いとされているAZ92A(A1-Zn系Mg合金)のT₁処理品を対象とし、グリーン試験機を用い

てその高温特性を調べたところ、第1図及び第2図(1)~(6)に示す様な結果が得られた。即ち第1図は引張破断試験の実施温度と引張破断部の絞り(%)の関係を示す相関図で、○印は昇温過程において引張破断したときの値、⊙印はいつたん450℃まで昇温させた後徐冷し各温度に至った時点で引張破断したときの値を示す。そして各プロット1~6に対応する破断面を走査電子顕微鏡写真(各190倍)で示したのが第2図(1)~(6)であり、引張破断時の絞りが0%のもの(第1図のプロット3, 4, 6)は、第2図(3), (4), (6)に見られる如く粒界液化割れであることが分かる。即ちこの合金の固相温度は約470℃であるとされているが、on heating では約380℃で、又on cooling では約340℃で既に絞りが0%となっており、(第1図のプロット3及び6)、これらが割れ易さ、特に溶接割れの発生し易さの要因になっているものと思われる。

ちなみに第3図は溶接部の断面説明図であり、AZ91C-T₁を交流TIG手動溶接(溶接電

流:60A)したときの溶接金属7、HAZ(熱影響部)8及び母材9を示すが、図中に示す各長さ(単位mm)は実測値であり、HAZ8の領域は溶接金属の端部(ビード端)から12~13mmの位置まで及んでいることが分かる。上記HAZ8の大きさは溶接電流にも依るが、前記試験溶接の場合は約340℃以上の高温に達した領域をHAZと称しており、この領域に粒界溶融現象が発生して割れ開口応力に対する感受性が高まっている為、何らかの開口応力が発生すると簡単に溶接割れを起こしてしまう。以上の説明は母材HAZを念頭に置いて行なっているが、共金を使用している多層溶接の場合溶接過程では下層の溶接金属は母材HAZと同じような理由でHAZと同じ割れが生じる。上述の溶接割れはX線検査によつて確認できるものであるが、この他顕微鏡観察によつて判別できるミクロシユリンケージキャビティもMg合金溶接における主要な溶接欠陥と考えられており、該キャビティは大電流溶接や予熱を行なった場合に特に多く遭遇するものであるが外部応力に

起因するものではなく溶接後の凝固収縮に起因するものであると考えられる。

従つて溶接割れ防止の為の汎用手段とされている予熱法は、Mg合金鋳物の補修溶接にとつて必ずしも有効な方法とは言えず、例へば小さな直線ビードの形成或は高速溶接の実施等が提案されているが、鋳物の形状や種類によつては適用できない場合もあり、又溶接の巧拙によつて成果が不安定であるという欠点もあり、簡単な手法によつて行なうことができ、且つ溶接割れの発生が確実に防止できる様な補修溶接方法の開発が望まれている。

本発明はこの様な事情に着目してなされたものであつて、上記要望を満足することのできる補修溶接方法の提供を目的とするものである。即ち本発明に係る補修溶接方法とは、Mg合金鋳物の欠陥部を裏面に貫通しない程度にはつつ開先を形成し、該開先面の裏面側から強制冷却を加えながら溶接する点に要旨を有するものである。

本発明の対象となるMg合金に配合されている

合金元素の種類については制限されないが、主成分であるMgは85重量%以上のものが一般的である。又鋳物の形状については開先裏面からの水冷が可能でなければならないという制約はあるものの水冷手段は時に応じて自由に選定し設計できるものであるから鋳物形状についても実質的には特別の制限がある訳ではない。尚補修溶接を行なう為の開先形成については、はつり部分が裏面側へ貫通しない様に配電を払う必要があるので、要補修部の肉厚に応じてはつり深さの調整を行なう必要がある。

水冷手段そのものは限定されないが、開先裏面側に常時冷媒を流すことが必要であり、該冷媒としては冷水、液化炭酸ガス、液体窒素等が汎用され、ホース等を用いて流す方法、ミスト状に吹付ける方法等が利用される。尚開先底部の肉厚が小さい場合には温水でも十分に目的を達成することができる。一方開先底部の肉厚が2.5mmを超える位に厚くなってくると、鋳物自体の熱容量が大きくなつて冷媒による冷却効果が薄くなってくるの

で必ずしも本発明に依らなくともよい場合が多くなってくる。尚開先底部の肉厚下限は、溶接によるバーンスルーで水が裏面へ洩出してこない限り問題はないので、敢えて設定する必要はないと思われた。尚補修溶接部が余り大きくなると裏面からの均一冷却が技術的に困難になるし、溶接熱による残留応力が過大となつて本発明の効果が希釈されてくるので、開先内の最大幅が80mmを超えることは好ましいことではない。

尚補修溶接を行なう為の溶接手法については特に制限される点がなく、一般にMg合金の溶接法として認められているものであればどの様な方法でも良いが、代表的な方法としては、TIG溶接、MIG溶接、ガス溶接等が例示される。これらのうち、適度のクリーニング作用が得られるということと、良好な溶込み深さが得られるということの2点から、交流TIG溶接法が最善の溶接法として推奨される。この場合タングステン電極の種類については全く制限がなく、純タングステンや2%トリウム入りタングステンが汎用される。又

交流TIG溶接を行なう場合の溶接条件については、前記の様な冷却によつて相当の熱量が奪われる点を配電することが望ましく、50A以上の溶接電流で溶接を行なうことが推奨されるが、溶湯量を十分に確保し、又作業性の良いアーク長を確保する上では60~110Aで行なうのがもっとも好ましい。尚溶接電流が過大になるとアークプラズマ力が強くなり過ぎて軽量のMg溶湯を吹き飛ばす恐れがあるので160A以下に抑えることが望まれる。

次に本発明の実施例を掲げて本発明の効果を更に詳述する。

実施例1

ZE41A-T₁の鋳造品を母材とし(10mm²)第4図に示す様な開先を形成して交流TIG手動溶接を行なつた。尚溶加材としてはZE41Aのワイヤ(約2mmφ)を用い、はつり部の直径Dを種々変化させつつ、裏側水冷無(70A)と裏側水冷有(100A)に分けて試験溶接を行なつた。はつり部の直径と割れ長さの関係は第5図に示す

通りであり、水冷有の群では割れが激減していること、はつり部の直径が80mm以下になるとその効果が更に顕著になること、同直径が40mm以下になると割れは全く見られなくなること等が読み取れる。

実施例2

AZ92A-T₁の鋳造品を母材とし(9mm²)第6図に示す様な開先を形成して交流TIG手動溶接を行なつた。尚溶加材としてはAZ92Aのワイヤ(1.6mmφ)を用いた。溶接部の割れをX線テストしたところ、溶接条件に応じて第7図に示す様な割れ模様が見出された。裏側からの水冷を行なう本発明例では溶接割れの激減が認められた。

実施例3

開先形状を第8図(A)、(B)に示す様な矩形状〔(A)は側面断面図、(B)は正面断面図〕とした他は、いずれも実施例2に準じて試験溶接を行なつた。第9図はX線テストで見出された割れ模様を示す図であり、水冷を行なう本発明例では溶接割れが激

減した。

本発明の補修溶接は上記の様に行なわれるから、溶接金属部及び溶接熱影響部における溶接割れが激減し特に溶接条件の選定がうまくいけば完全に解消することも可能となり、Mg合金鋼物の汎用化に向けて貴重な功績を果すことができた。

4. 図面の簡単な説明

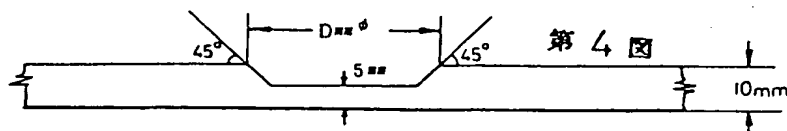
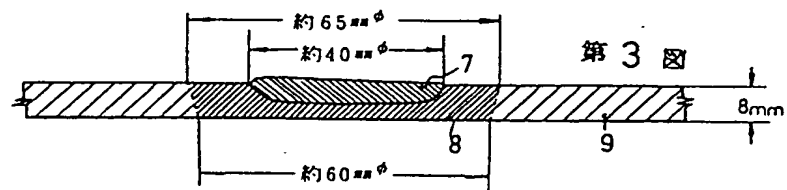
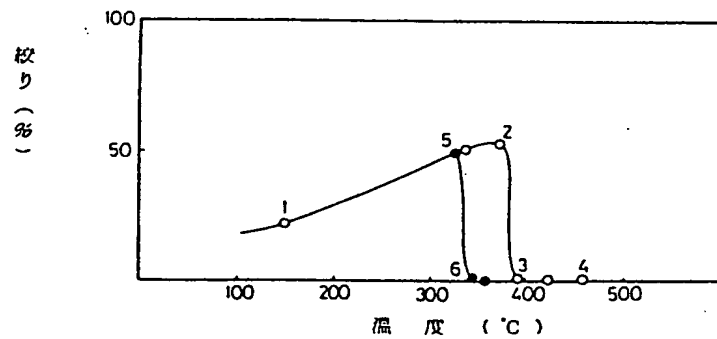
第1図はMg合金の温度-引張り割れ絞りの相図曲線、第2図は第1図の各破面を示す走査電子顕微鏡写真、第3図は溶接部断面図、第4、6、8図は開先形状説明図、第5図は開先幅と割れの関係を示すグラフ、第7、9図は割れ模様を示す説明図である。

出願人 株式会社神戸製鋼所

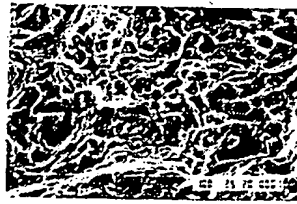
代理人 弁理士 植木 久



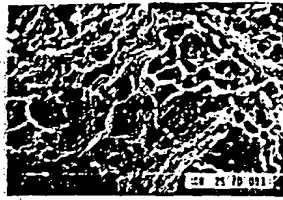
第1図



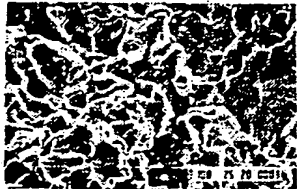
第 2 図(1)



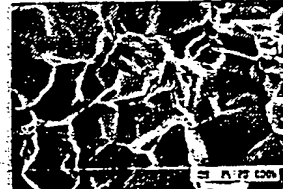
第 2 図(2)



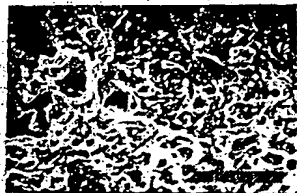
第 2 図(3)



第 2 図(4)



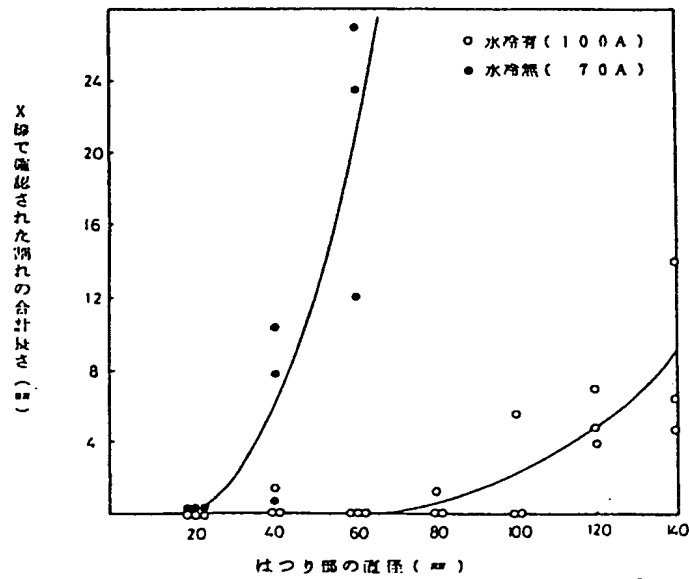
第 2 図(5)



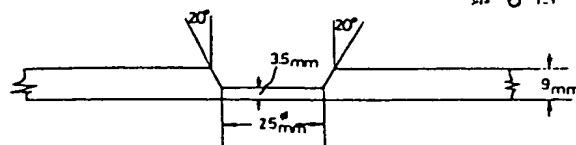
第 2 図(6)








第 5 図



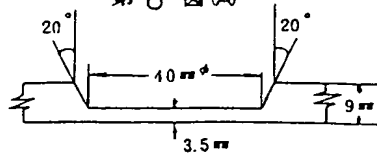
第 6 図



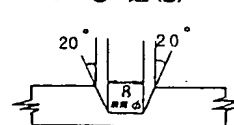
第7図

電 流	水 冷 無	水 冷 有
40 A		—
60 A		割れなし
80 A		割れなし
100 A	—	
120 A	—	割れなし
140 A	—	

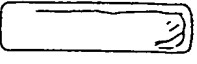
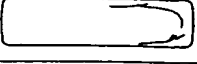
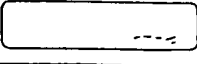
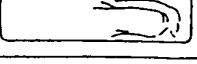
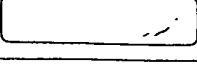
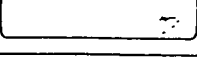
第8図(A)



第8図(B)



第9図

電 流	水 冷 無	水 冷 有
40 A		—
60 A		
80 A		
100 A	—	
120 A	—	割れなし
140 A	—	割れなし